

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002042839 A**

(43) Date of publication of application: **08.02.02**

(51) Int. Cl.  
**H01M 8/04**  
**H01M 8/00**  
**H01M 8/10**

(21) Application number: **2000223194**

(22) Date of filing: **25.07.00**

(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO LTD**

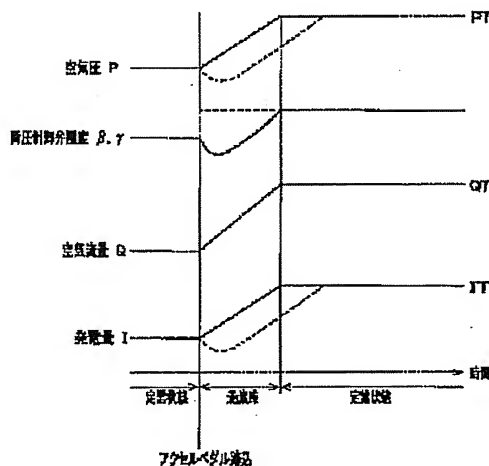
(72) Inventor: **KUROSAKI KOJI**  
**UEHARA JUNJI**

(54) **FUEL CELL SYSTEM AND ITS CONTROL METHOD**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system preventing anode-cathode differential pressure in the fuel cell from increasing in a transitional time, till the air flow toward a cathode inlet side of the fuel cell reaches a target air flow and solving the time delay till the air pressure in a cathode inlet side reaches a target air pressure, and to provide its control method.

**SOLUTION:** When the air flow  $Q$  toward the cathode inlet side and the air pressure  $P$  are controlled to the target air flow  $QT$  and the target air pressure  $PT$  in change in the generated energy of the fuel cell, the air pressure  $P$  is successively controlled to the target air pressure  $PT$  corresponding to the air flow  $Q$  gradually changing toward the target air flow  $QT$ , in the transitional time when the air flow  $Q$  reaches the target air flow  $QT$ .



COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-42839

(P2002-42839A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

A 5 H 0 2 6

P 5 H 0 2 7

8/00

8/00

Z

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-223194(P2000-223194)

(22) 出願日 平成12年7月25日 (2000.7.25)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 黒▲崎▼ 浩二

埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 上原 順司

埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA13 DD00 DD03 KK22

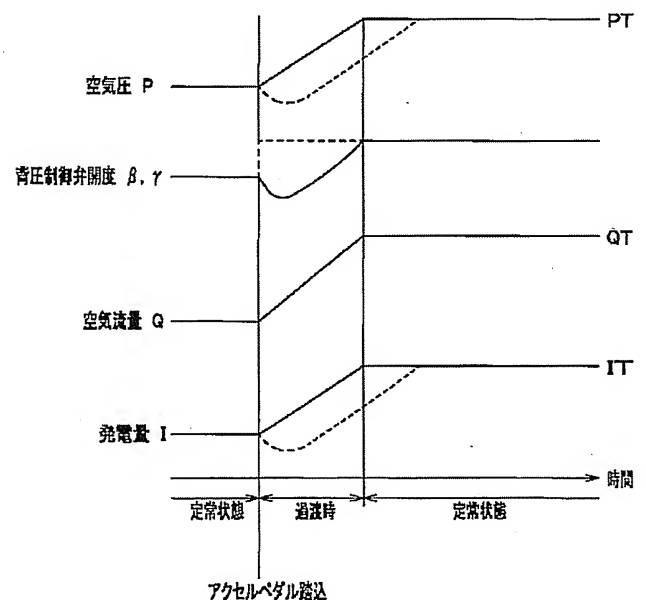
MM03 MM04 MM26

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池のカソード入口側への空気流量が目標空気流量に到達するまでの過渡時において、燃料電池内の極間差圧の上昇を防止でき、かつ、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れを解消できる燃料電池システムおよびその制御方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池の発電量の変更に伴ってカソード入口側への空気流量 (Q) および空気圧 (P) をそれぞれ目標空気流量 (Q T) および目標空気圧 (P T) に制御する際、空気流量 (Q) が目標空気流量 (Q T) に到達するまでの過渡時には、目標空気流量 (Q T) に向かって漸次変化する空気流量 (Q) に対応して空気圧 (P) を逐次目標空気圧 (P T) に制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池と、燃料電池のカソード入口側へ空気を圧送する過給機と、燃料電池のカソード出口側から排出される空気の背圧を制御可能な背圧制御弁と、前記カソード入口側への空気流量を検出する流量センサと、前記過給機の回転速度を制御することにより前記カソード入口側への空気流量を燃料電池の目標発電量に応じた目標空気流量に制御する空気流量制御手段と、前記背圧制御弁の開度を制御することにより前記カソード入口側の空気圧を前記目標空気流量に応じた目標空気圧に制御する空気圧制御手段とを備えた燃料電池システムにおいて、前記目標発電量の変化に伴って前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、前記流量センサにより逐次検出される空気流量の変化に対応して前記背圧制御弁の開度を逐次制御することにより前記空気圧を逐次目標空気圧に制御する過渡時空気圧制御手段を設けたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載された燃料電池システムであって、前記過渡時空気圧制御手段は、前記流量センサにより逐次検出される空気流量および前記目標空気圧に応じて前記背圧制御弁の開度を逐次制御することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載された燃料電池システムであって、前記過渡時空気圧制御手段は、前記空気流量が目標空気流量に到達するまで作動を継続することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】 燃料電池のカソード入口側へ圧送される空気の流量および圧力を目標空気流量および目標空気圧に制御することにより燃料電池の発電量を制御する燃料電池システムの制御方法であって、燃料電池の発電量の変化に伴い前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、漸次変化する空気流量に対応して前記空気圧を逐次目標空気圧に制御することを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素と酸素の化学反応により発電する燃料電池システムおよびその制御方法に関し、詳しくは、その発電量を増減させる際の過渡時における性能を向上させた燃料電池システムおよびその制御方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、従来のエンジンに替えて走行用モータを搭載する各種の電気自動車が開発されている。この種の電気自動車の一つとして、例えば PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) と略称される水素イオン交換膜型燃料電池（以下、PEM型燃料電池または燃料電池という。）を走行用モータの電源として搭載する燃料電池自動車の開発が急速に進められている。

【0003】前記 PEM型燃料電池は、発電単位である

セルを多数積層した構造のスタックとして構成されている。前記各セルは、水素供給路を有するアノード側セパレータと酸素供給路を有するカソード側セパレータとの間に MEA (Membrane Electrode Assembly) と略称される膜・電極接合体を挟み込んだ構造を有している。この MEA は、PEM (Proton Exchange Membrane) と略称される固体高分子材料の水素イオン交換膜の片面にアノード側電極触媒層およびガス拡散層が順次積層され、前記 PEM (水素イオン交換膜) の他の片面にカソード側電極触媒層およびガス拡散層が順次積層されて構成されている。

【0004】この種の PEM型燃料電池では、水素ガスが前記水素供給路をアノード入口側からアノード出口側へ向って流通し、酸素を含む空気が前記酸素供給路をカソード入口側からカソード出口側へ向って流通すると、各セルのアノード側から水素イオンが湿潤状態の MEA の PEM (水素イオン交換膜) を透過してカソード側へ移動することにより、各セルが 1 V 程度の起電力を発生する。このような発電メカニズムを有する PEM型燃料電池においては、空気および水素ガスを連続的に供給して発電を継続させるため、例えば過給機により空気を圧送する空気供給系がカソード入口側に付設され、カソード出口側には例えば背圧制御弁を有する空気排出系が付設されている。また、アノード入口側には、イジェクタにより水素ガスを供給する水素ガス供給系が付設されている。

【0005】前記のように燃料電池に空気供給系、空気排出系および水素ガス供給系が付設された燃料電池システムにおいては、過給機の回転速度を増減制御してカソード入口側への空気流量を増減することにより、発電量（発電電流または発電電力）が増減制御される。その際、燃料電池内の前記 MEA の両側に作用する水素ガス圧と空気圧との極間差圧が大きくなると、MEA を構成する前記 PEM (固体高分子材料からなる水素イオン交換膜) が破損する恐れがあるため、通常、前記極間差圧が許容値内となるように、アノード入口側の水素ガス圧およびカソード入口側の空気圧がそれぞれ制御される。すなわち、従来の燃料電池システムにおいては、カソード入口側への空気流量が目標空気流量となるように前記空気供給系の過給機の回転速度が目標値に制御されると共に、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるように前記空気排出系の背圧制御弁の開度が目標値に制御されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記過給機の回転速度が目標値に到達してカソード入口側への空気流量が目標空気流量となるまでの時間に比べ、前記背圧制御弁の開度が目標値に到達するまでの時間は各段に短い。それにも拘らず、従来の燃料電池システムにおいては、目標空気流量に対応した目標空気圧となるように

背圧制御弁の開度を急激に目標値に制御している。例えば、図 5 に示すように、空気流量  $Q$  を所定の目標空気流量  $Q_T$  まで増大させる際、背圧制御弁開度  $\gamma$  を破線で示すように急激に目標空気流量  $Q_T$  に対応する目標値に制御している。このため、空気流量  $Q$  が目標空気流量  $Q_T$  に到達するまでの過渡時においては、背圧制御弁が先に目標空気流入量  $Q_T$  に対応する目標値の開度まで過剰に開いてしまい、過給機によりカソード入口側へ圧送される空気の空気圧  $P$  を背圧制御弁の下流側に逃してしまう。その結果、カソード入口側の空気圧  $P$  は、一旦低下した後に目標空気圧  $P_T$  となり、その圧力上昇が遅れるという挙動を示す。なお、空気流量  $Q$  を所定の目標空気流量  $Q_T$  まで減少させる際には、空気流量  $Q$  が目標空気流量  $Q_T$  に到達するまでの過渡時において空気圧  $P$  が一旦上昇した後に目標空気圧  $P_T$  となり、その圧力低下が遅れるという挙動を示す。

【0007】このように従来の燃料電池システムでは、発電量の増減に応じてカソード入口側への空気流量を目標空気流量まで増減させる際の過渡時において、カソード入口側の空気圧が一旦低下または上昇するため、燃料電池内の極間差圧（MEA の PEM に印加されるアノード側とカソード側の圧力差）が増大するという問題がある。また、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでに時間的遅れがあり、応答性が悪いという問題がある。

【0008】そこで、本発明は、カソード入口側への空気流量が目標空気流量に到達するまでの過渡時において、燃料電池内の極間差圧の上昇を防止でき、かつ、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れを解消できる燃料電池システムおよびその制御方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決する手段として、本発明に係る燃料電池システムは、燃料電池と、燃料電池のカソード入口側へ空気を圧送する過給機と、燃料電池のカソード出口側から排出される空気の背圧を制御可能な背圧制御弁と、前記カソード入口側への空気流量を検出する流量センサと、前記過給機の回転速度を制御することにより前記カソード入口側への空気流量を燃料電池の目標発電量に応じた目標空気流量に制御する空気流量制御手段と、前記背圧制御弁の開度を制御することにより前記カソード入口側の空気圧を前記目標空気流量に応じた目標空気圧に制御する空気圧制御手段とを備えた燃料電池システムにおいて、前記目標発電量の変化に伴って前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、前記流量センサにより逐次検出される空気流量の変化に対応して前記背圧制御弁の開度を逐次制御することにより前記空気圧を逐次目標空気圧に制御する過渡時空気圧制御手段を設けたことを特徴とする。

【0010】本発明に係る燃料電池システムでは、前記目標発電量の変化に伴って燃料電池のカソード入口側への空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時において、前記流量センサにより逐次検出されるカソード入口側への空気流量の変化に対応して前記過渡時空気圧制御手段がカソード入口側の空気圧を逐次目標空気圧に制御する。このため、燃料電池内の極間差圧の上昇が未然に防止されると共に、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れが解消される。

【0011】本発明の燃料電池システムにおいて、前記過渡時空気圧制御手段は、カソード入口側への空気流量が目標空気流量に到達するまで作動を継続する。この場合、過渡時空気圧制御手段は、前記流量センサにより逐次検出される空気流量と、前記目標空気流量に応じた目標空気圧とに応じて、例えばマップ検索等の手法により、前記背圧制御弁の開度を逐次制御する。

【0012】また、前記の課題を解決する手段として、本発明に係る燃料電池システムの制御方法は、燃料電池のカソード入口側へ圧送される空気の流量および圧力を目標空気流量および目標空気圧に制御することにより燃料電池の発電量を制御する燃料電池システムの制御方法であって、燃料電池の発電量の変化に伴い前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、漸次変化する空気流量に対応して前記空気圧を逐次目標空気圧に制御することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る燃料電池システムおよびその制御方法の実施の形態を説明する。参照する図面において、図 1 は一実施形態として車両に搭載された燃料電池システムを含む車両の駆動系の構成図、図 2 は一実施形態に係る燃料電池システムの制御系の機能ブロック図、図 3 は一実施形態に係る燃料電池システムにおける目標空気流量と目標空気圧との関係を示す線図である。

【0014】一実施形態に係る燃料電池システムを説明するに当たり、まず、この燃料電池システムを搭載した車両の駆動系の構造を図 1 により説明する。この車両は、いわゆる燃料電池電気自動車であり、駆動輪 1 を回転駆動する走行用モータ（EVM）2 の電源として、燃料電池（FC）3 が搭載されている。この燃料電池（FC）3 は、高圧分配器（DC/DC）4 を介して駆動ユニット（PDU）5 およびバッテリー 6 に給電するように回路構成されている。そして、この駆動ユニット 5 が少なくとも前記走行用モータ（EVM）2 および後記する過給機（S/C）7 B の駆動モータ 7 F を駆動するように回路構成されている。

【0015】前記燃料電池（FC）3 は、発電単位である多数のセルが積層された構造の PEM 型燃料電池である。この燃料電池（FC）3 には、カソード入口側に空気（酸素）を供給する空気供給系 7 と、カソード出口側

から空気を排出する空気排出系 8 とが付設されている。また、この燃料電池 (FC) 3 には、アノード入口側に水素ガスを供給する水素ガス供給系 9 が付設されている。

【0016】前記燃料電池 (FC) 3 の空気供給系 7 には、上流側から下流側へ向ってエアクリーナ (A/C) 7 A、過給機 (S/C) 7 B、インタークーラ (H/E) 7 C が配設されている。そして、この空気供給系 7 には、過給機 (S/C) 7 B の上流側において燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q を検出する流量センサ 7 D と、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口付近において空気圧 P を検出する圧力センサ 7 E とが設けられている。

【0017】前記エアクリーナ (A/C) 7 A は、流入空気のフィルタ機能を有する限り、如何なる形式のものであってもよい。このエアクリーナ (A/C) 7 A の上流側にはレゾネータ等の吸気消音器を配設してもよい。

【0018】前記過給機 (S/C) 7 B は、0~1200 rpm の回転速度範囲を有し、回転速度に応じて空気流量 Q を直線的に変化させることができる。この過給機 (S/C) 7 B は、前記駆動モータ 7 F が前記駆動ユニット (PDU) 5 から供給される所定のディーティ比の駆動電流によって回転駆動されることにより、1200 rpm/sec の変化率で回転速度が可変に制御される。

【0019】前記インタークーラ (H/E) 7 C は、図示しない冷却液循環系、すなわち、前記走行用モータ (EVM) 2、燃料電池 (FC) 3、高压分配器 (DC/DC) 4、駆動ユニット (PDU) 5 および駆動モータ 7 F を冷却する冷却液循環系との間で熱交換可能に構成されている。

【0020】前記流量センサ 7 D としては、ペーン式、カルマン渦式、熱線式などの種々の形式のエアフローメータを使用することができる。また、前記圧力センサ 7 E としては、半導体圧力センサなどの適宜の形式のものを使用することができる。

【0021】また、前記燃料電池 (FC) 3 の空気排出系 8 には、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側の空気圧 P を制御するための背圧制御弁 8 A が介設されている。この背圧制御弁 8 A は、CV (Capacity of Valve) 値が約 8.5 であり、弁の開閉速度は 8000 deg/sec 程度である。そして、この背圧制御弁 8 A は、10 ms 毎の周期で弁開度が制御される。

【0022】一方、燃料電池 (FC) 3 の水素ガス供給系 9 には、上流側から下流側へ向かって水素タンク 9 A、圧力制御弁 9 B、イジェクタ 9 C が配設されている。なお、発電に使用されずにアノード出口側から排出される水素ガスは、前記イジェクタ 9 C に還流されるように構成されている。

【0023】ここで、一実施形態に係る燃料電池システ

ムは、少なくとも前記流量センサ 7 D、圧力センサ 7 E および後記するアクセルセンサ 10 からそれぞれ検出信号を入力し、駆動ユニット (PDU) 5、背圧制御弁 8 A および圧力制御弁 9 B にそれぞれ制御信号を出力する制御装置 11 を備えている。この制御装置 11 は、前記流量センサ 7 D、圧力センサ 7 E、アクセルセンサ 10、背圧制御弁 8 A、圧力制御弁 9 B 等との間の入出力インターフェース I/O、前記流量センサ 7 D、圧力センサ 7 E、アクセルセンサ 10 から入力されるアナログ信号をデジタル信号に変換する A/D コンバータの他、各種のデータやプログラムを記憶している ROM (Read Only Memory)、各種のデータ等を一時記憶する RAM (Random Access Memory)、各種の演算処理を行う CPU (Central Processing Unit) 等をハードウェアとして備えている。

【0024】前記制御装置 11 には、燃料電池システムを制御するソフトウェア構成として、前記過給機 (S/C) 7 B の回転速度を制御することにより燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q を燃料電池 (FC) 3 の目標発電量に応じた目標空気流量に制御する空気流量制御手段と、前記背圧制御弁 8 A の弁開度を制御することにより前記カソード入口側の空気圧 P を前記目標空気流量に応じた目標空気圧に制御する空気圧制御手段とが構成されている。また、前記圧力制御弁 9 B の弁開度を制御することにより前記アノード入口側の水素ガス圧を前記目標空気圧に応じた目標水素ガス圧に制御する水素ガス圧制御手段が構成されている。そして、特に、前記目標発電量の変化に伴って前記空気流量 Q が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時において、前記流量センサ 7 D により逐次検出される空気流量 Q の変化に対応して前記背圧制御弁 8 A の弁開度を逐次制御することにより前記空気圧 P を逐次目標空気圧に制御する過渡時空気圧制御手段が構成されている。

【0025】前記空気流量制御手段、空気圧制御手段、水素ガス圧制御手段および過渡時空気圧制御手段の各機能を達成するため、前記制御装置 11 は、図 2 に示すような各機能ブロックを備えている。すなわち、空気流量制御手段の機能を達成するブロックとして、目標発電量設定部 11 A、目標空気流量設定部 11 B、空気流量フィードバック制御部 11 C、駆動モータ制御信号出力部 11 D を備えている。また、空気圧制御手段の機能を達成するブロックとして、目標空気圧設定部 11 E、空気圧フィードバック制御部 11 F、背圧制御弁開度指示部 11 G、入力切換部 11 J、弁開度制御信号出力部 11 K を備えている。そして、過渡時空気圧制御手段の機能を達成するブロックとして、前記目標空気圧設定部 11 E、入力切換部 11 J、弁開度制御信号出力部 11 K と共に、背圧制御弁開度設定部 11 H を備えている。なお、水素ガス圧制御手段の機能を達成するブロックとして、圧力制御弁開度設定部 11 L および圧力制御弁開度

制御信号出力部 11M を備えている。

【0026】前記制御装置 11 の各機能ブロックについて説明すると、目標発電量設定部 11A には、アクセルセンサ 10 からのアクセル角度信号  $\alpha$  が入力される。このアクセルセンサ 10 は、例えばポテンショメータからなり、燃料電池自動車の負荷変動に応じたアクセルペダル（図示省略）の踏み込み角度をアクセル角度  $\alpha$  として検出する。そして、このアクセルセンサ 10 が出力するアクセル角度  $\alpha$  のアナログ信号は、デジタル信号に変換されて目標発電量設定部 11A に入力される。この目標

10 発電量設定部 11A は、アクセル角度信号  $\alpha$  に応じた目標発電量をマップ検索し、その目標発電量 IT の信号を目標空気流量設定部 11B に出力する。

【0027】目標空気流量設定部 11B は、前記目標発電量設定部 11A から入力した目標発電量 IT の信号に

20 11B は、前記目標空気流量設定部 11B からの目標空気流量 QT の信号が入力されると共に、前記流量センサ 7D が出力する空気流量 Q のアナログ信号がデジタル信号に変換されて入力される。この空気流量フィードバック制御部 11C は、前記目標空気流量 QT に対する空気流量 Q の偏差に対して、比例 (Proportional)、積分 (Integral)、微分 (Differential) の各動作を与えることにより、その偏差を迅速にゼロに収束させるための PID 動作信号 QC を駆動モータ制御信号出力部 11D に出力する。

【0029】前記駆動モータ制御信号出力部 11D は、前記 PID 動作信号 QC に基づいて駆動モータ 7F に流す電流をパルス幅変調により制御するための PWM (Pulse Width Modulation) 制御信号 QP を生成し、これを駆動ユニット (PDU) 5 に出力する。

【0030】前記駆動ユニット (PDU) 5 は、駆動モータ制御信号出力部 11D からの PWM 制御信号 QP に基づいて図示しないパワー FET (Field Effect Transistor) のブリッジ回路をスイッチング駆動することにより、駆動モータ 7F を所定の極性およびデューティ比の 40 駆動電流によって回転駆動する。すなわち、過給機 (S/C) 7B が目標空気流量 QT を達成するように駆動モータ 7F を回転駆動する。なお、詳細な説明は省略するが、前記駆動ユニット (PDU) 5 は、アクセルセンサ 10 のアクセル角度  $\alpha$  の信号に基づき、走行用モータ (EVM) 2 を所定のデューティ比の駆動電流によって回転駆動するように構成されている。

【0031】目標空気圧設定部 11E は、前記目標空気流量設定部 11B からの目標空気流量 QT の信号に基

QT を達成するのに必要な空気圧を前記背圧制御弁 8A の CV 値の範囲でマップ検索する。そして、検索した目標空気圧 PT の信号を空気圧フィードバック制御部 11F、背圧制御弁開度設定部 11H および圧力制御弁開度設定部 11L に出力する。

【0032】空気圧フィードバック制御部 11F には、前記目標空気圧設定部 11E からの目標空気圧 PT の信号が入力されると共に、前記圧力センサ 7E が出力する空気圧 P のアナログ信号がデジタル信号に変換されて入力される。この空気圧フィードバック制御部 11F は、前記目標空気圧 PT に対する空気圧 P の偏差に対して比例 (P)、積分 (I)、微分 (D) の各動作を与えることにより、その偏差を迅速にゼロに収束させるための PID 動作信号 PC を背圧制御弁開度指示部 11G に出力する。

【0033】背圧制御弁開度指示部 11G は、前記 PID 動作信号 PC に基づき、背圧制御弁 8A の CV 値の範囲内で目標空気圧 PT を達成するのに必要な背圧制御弁 8A の弁開度をマップ検索し、その弁開度指示信号  $\beta$  を入力切

30 11J に出力する。

【0034】前記背圧制御弁開度設定部 11H には、目標空気圧設定部 11E からの目標空気圧 PT の信号が入力されると共に、前記流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号が 10ms 周期で入力される。この背圧制御弁開度設定部 11H は、目標空気圧 PT の信号および目標空気流量 QT に向って漸次変化する空気流量 Q の信号に基づき、背圧制御弁 8A の CV 値の範囲内で目標空気圧 PT を逐次達成するのに必要な背圧制御弁 8A の弁開度を 10ms 周期でマップ検索し、その弁開度設定信号  $\gamma$  を 10ms 周期で更新しつつ入力切

30 11J に出力する。

【0035】入力切換部 11J には、前記背圧制御弁開度指示部 11G からの弁開度指示信号  $\beta$  および前記背圧制御弁開度設定部 11H からの弁開度設定信号  $\gamma$  が入力されると共に、前記流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号および前記目標空気流量設定部 11B からの目標空気流量 QT の信号が入力される。この入力切換部 11J は、空気流量 Q と目標空気流量 QT との比較により、空気流量 Q が目標空気流量 QT に到達するまでの過渡時には、背圧制御弁開度設定部 11H からの弁開度設定信号  $\gamma$  を弁開度制御信号出力部 11K に出力し、空気流量 Q が目標空気流量 QT に到達した以降の定常状態では、背圧制御弁開度指示部 11G からの弁開度指示信号  $\beta$  を弁開度制御信号出力部 11K に出力する。

【0036】弁開度制御信号出力部 11K は、前記背圧制御弁開度設定部 11H からの弁開度設定信号  $\gamma$  または背圧制御弁開度指示部 11G からの弁開度指示信号  $\beta$  に基づき、前記背圧制御弁 8A の弁開度を PWM 制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号 D1 を背圧制御弁 8A に出力する。

【0037】圧力制御弁開度設定部 11L は、前記目標



空気圧設定部 11E からの目標空気圧 PT に基き、これより若干高い圧力の目標水素ガス圧をマップ検索し、さらに、この目標水素ガス圧を達成するのに必要な圧力制御弁 9B の弁開度をマップ検索し、その弁開度設定信号  $\delta$  を圧力制御弁開度制御信号出力部 11M に出力する。

【0038】圧力制御弁開度制御信号出力部 11M は、前記弁開度設定信号  $\delta$  に基き、前記圧力制御弁 9B の弁開度を PWM 制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号 D2 を圧力制御弁 9B に出力する。

【0039】以上のように構成された一実施形態の燃料電池システムにおいては、例えば図示しないアクセルペダルが踏み込まれて燃料電池 (FC) 3 の発電量の増大が要求されると、図 1 および図 2 に示すアクセルセンサ 10 がアクセルペダルの踏み込み量に応じたアクセル開度信号  $\alpha$  を制御装置 11 に出力する。そして、この制御装置 11 は、図 2 に示す機能ブロック図および図 4 に示すフローチャートに示すように、燃料電池 (FC) 3 の目標発電量の変化に伴ってカソード入口側へ圧送される空気の流量および圧力を目標空気流量 QT および目標空気圧 PT に制御することにより、燃料電池 (FC) 3 の発電量を目標発電量に制御する。その際、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q が目標空気流量 QT に向って漸次変化する過渡時には、漸次変化する空気流量 Q に対応してカソード入口側の空気圧 P を逐次目標空気圧 PT に制御する。

【0040】制御装置 11 においては、アクセルセンサ 10 からアクセル開度信号  $\alpha$  を入力した目標発電量設定部 11A がアクセル角度信号  $\alpha$  に応じた目標発電量 IT をマップ検索し (S1)、その信号を目標空気流量設定部 11B に出力する。続いて、目標空気流量設定部 11B が目標発電量 IT を達成するのに必要な目標空気流量 QT をマップ検索し (S2)、その目標空気流量 QT の信号を空気流量フィードバック制御部 11C および目標空気圧設定部 11E に出力する。また、流量センサ 7D が燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q を検出し (S3)、その信号を空気流量フィードバック制御部 11C、背圧制御弁開度設定部 11H、入力切換部 11J にそれぞれ出力する。

【0041】次に、検出された実際の空気流量 Q が目標空気流量 QT に収束するように、空気流量フィードバック制御部 11C、駆動モータ制御信号出力部 11D、駆動ユニット (PDU) 5 が過給機 (S/C) 7B の回転数をフィードバック制御する (S4)。すなわち、目標空気流量 QT の信号および流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号を入力した空気流量フィードバック制御部 11C は、目標空気流入量 QT と検出された空気流入量 Q との偏差を迅速にゼロに収束させるための PID 動作信号 QC を駆動モータ制御信号出力部 11D に出力する。PID 動作信号 QC を入力した駆動モータ制御信号出力部 11D は、その PID 動作信号 QC に基いて PWM 制

御信号 QP を生成し、これを駆動ユニット (PDU) 5 に出力する。そして、この駆動ユニット (PDU) 5 が PWM 制御信号 QP に基いて駆動モータ 7F を所定の極性およびデューティ比の駆動電流によって回転駆動することにより、過給機 (S/C) 7B の回転速度が漸次増大し、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側へ流入する空気流入量 Q は、図 5 に示すように、目標空気流入量 QT に向って漸次増大する。

【0042】一方、目標空気流量設定部 11B から目標空気流量 QT の信号を入力した目標空気圧設定部 11E は、前記背圧制御弁 8A の CV 値の範囲で目標空気流量 QT を達成するのに必要な目標空気圧 PT の信号を空気圧フィードバック制御部 11F、背圧制御弁開度設定部 11H および圧力制御弁開度設定部 11L に出力する。

【0043】前記目標空気圧 PT の信号を入力した圧力制御弁開度設定部 11L は、目標空気圧 PT より若干高い適正圧力の目標水素ガス圧を設定し、この目標水素ガス圧を達成するのに必要な圧力制御弁 9B の弁開度設定信号  $\delta$  を圧力制御弁開度制御信号出力部 11M に出力する。そして、圧力制御弁開度制御信号出力部 11M が弁開度設定信号  $\delta$  に応じて前記圧力制御弁 9B の弁開度を PWM 制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号 D2 を圧力制御弁 9B に出力する。こうして燃料電池 (FC) 3 のアノード入口側に供給される水素ガスの圧力は、前記目標空気圧 PT より若干高い適正圧力に調整される。

【0044】ここで、図 4 のフローチャートにおいては、アクセル開度信号  $\alpha$  の時間的変化  $\Delta\alpha$  または目標空気流量 QT の時間的変化  $\Delta QT$  に基き、目標発電量 IT が変更されたか否かが判定される (S5)。このステップ S5 の判定結果が YES の場合、続いて、空気流量 Q が目標空気流量 QT に収束したか否かが判定される (S6)。

【0045】前記ステップ S6 の判定結果が NO であって、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q が目標空気流量 QT に向って漸次変化する過渡時には、背圧制御弁開度設定部 11H、入力切換部 11J、弁開度制御信号出力部 11K が、漸次変化する空気流量 Q に対応してカソード入口側の空気圧 P を逐次目標空気圧 PT に制御する。すなわち、前記目標空気圧 PT の信号および流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号を入力した背圧制御弁開度設定部 11H は、図 5 に示すように目標空気流量 QT に向って漸次増大する空気流量 Q に対応して目標空気圧 PT を逐次達成するのに必要な背圧制御弁 8A の弁開度をマップ検索し (S7)、この弁開度設定信号  $\gamma$  を 10ms 周期で更新しつつ入力切換部 11J に出力する。続いて、入力切換部 11J が背圧制御弁開度設定部 11H から入力した弁開度設定信号  $\gamma$  を弁開度制御信号出力部 11K に出力し、弁開度制御信号出力部 11K が背圧制御弁 8A の弁開度を前記弁開度設定信

号 $\gamma$ に応じてPWM制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号D1を背圧制御弁8Aに出力することにより、背圧制御弁8Aの弁開度を $\gamma$ に制御する

(S8)。この場合、前記弁開度設定信号 $\gamma$ の値は、空気流入量Qが上昇し始める初期段階においては、図5に示すように一旦低下し、その後空気流入量Qの上昇に従って増大するような特性に設定されている。このため、燃料電池(FC)3のカソード入口側の空気圧Pは、破線で示す従来例のように一旦低下することがなく、目標空気圧PTに向かって漸次増大する。

【0046】一方、図4のフローチャートにおいて、ステップS5の判定結果がNOの場合、または、ステップS6の判定結果がYESの場合であって、流量センサ7Dで検出された実際の空気流量Qが目標空気流量QTに到達した以降においては、圧力センサ7Eで検出された実際の空気圧Pが目標空気圧PTに収束するように、空気圧フィードバック制御部11F、背圧制御弁開度指示部11G、入力切換部11J、弁開度制御信号出力部11Kが背圧制御弁8Aの弁開度を $\beta$ にフィードバック制御する。すなわち、目標空気圧PTの信号および圧力センサ7Eからの空気圧Pの信号を入力した空気圧フィードバック制御部11Fは、目標空気圧PTと検出された空気圧Pとの偏差を迅速にゼロに収束させるためのPID動作信号PCを背圧制御弁開度指示部11Gに出力する。そして、PID動作信号PCを入力した背圧制御弁開度指示部11Gは、そのPID動作信号PCに基き、目標空気流入圧PTを達成するのに必要な背圧制御弁8Aの弁開度をマップ検索し(S9)、その弁開度指示信号 $\beta$ を入力切換部11Jに出力する。続いて、入力切換部11Jが背圧制御弁開度指示部11Gから入力した弁開度設定信号 $\beta$ を弁開度制御信号出力部11Kに出力し、弁開度制御信号出力部11Kが背圧制御弁8Aの弁開度を前記弁開度設定信号 $\beta$ に応じてPWM制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号D1を背圧制御弁8Aに出力することにより、背圧制御弁8Aの弁開度を $\beta$ に制御する(S10)。

【0047】すなわち、一実施形態の燃料電池システムによれば、燃料電池(FC)3のカソード入口側への空気流量Qが目標空気流量QTに向って漸次変化する過渡時において、流量センサ7Dにより逐次検出されるカソード入口側への空気流量Qの変化に対応して過渡時空気圧制御手段がカソード入口側の空気圧Pを逐次目標空気圧PTに制御する。従って、燃料電池(FC)3内の極間差圧の上昇を未然に防止することができ、燃料電池

(FC)3のMEAを構成するPEM(水素イオン交換膜)の破損を確実に防止することができる。しかも、カソード入口側の空気圧Pが目標空気圧PTとなるまでの時間的遅れを解消でき、燃料電池(FC)3の発電量の増減に対する応答性を向上させることができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る燃料電池システムによれば、前記目標発電量の変化に伴って燃料電池のカソード入口側への空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡状態において、流量センサにより逐次検出されるカソード入口側への空気流量の変化に対応して過渡時空気圧制御手段がカソード入口側の空気圧を逐次目標空気圧に制御する。従って、燃料電池内の極間差圧の上昇を未然に防止することができ、燃料電池のMEAを構成するPEM(水素イオン交換膜)の破損を確実に防止することができる。しかも、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れを解消でき、燃料電池の発電量の増減に対する応答性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態として車両に搭載された燃料電池システムを含む車両駆動系の構成図である。

【図2】一実施形態に係る燃料電池システムの制御系の機能ブロック図である。

【図3】一実施形態に係る燃料電池システムにおける目標空気流量と目標空気圧との関係を示す線図である。

【図4】一実施形態に係る燃料電池システムの作動手順を示すフローチャートである。

【図5】一実施形態に係る燃料電池システムにおける過渡時の制御特性を示す線図である。

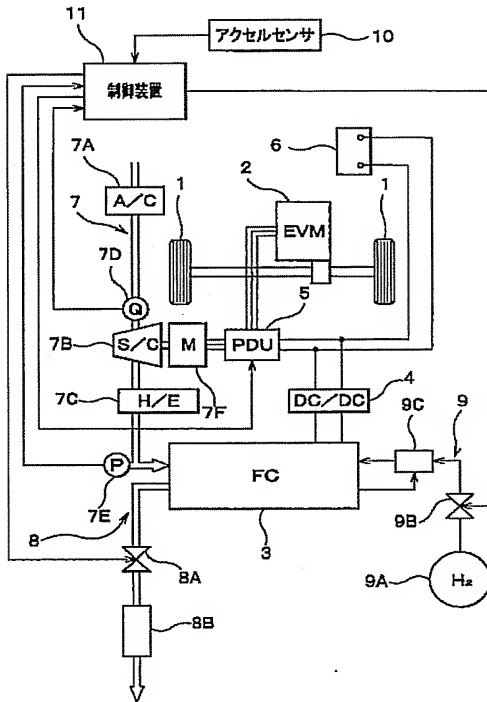
【符号の説明】

- 2 : 走行用モータ(EVM)
- 3 : 燃料電池(FC)
- 5 : 駆動ユニット(PDU)
- 7 : 空気供給系
- 7B : 過給機(S/C)
- 7D : 流量センサ
- 7E : 圧力センサ
- 7F : 駆動モータ
- 8 : 空気排出系
- 8A : 背圧制御弁
- 9 : 水素ガス供給系
- 9B : 圧力制御弁
- 10 : アクセルセンサ
- 11 : 制御装置
- 11A : 目標発電量設定部
- 11B : 目標空気流入量設定部
- 11C : 空気流入量フィードバック制御部
- 11D : 駆動モータ制御信号出力部
- 11E : 目標空気流入圧設定部
- 11F : 空気流入圧フィードバック制御部
- 11G : 背圧制御弁開度指示部
- 11H : 背圧制御弁開度設定部
- 11J : 入力切換部
- 11K : 弁開度制御信号出力部
- 11L : 圧力制御弁開度設定部

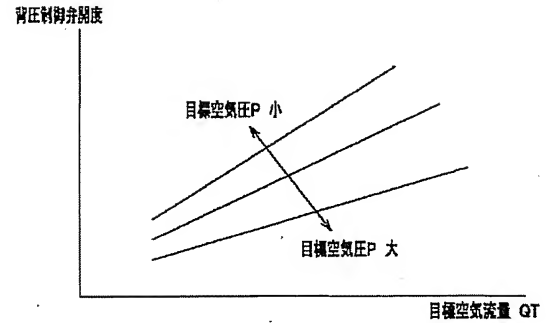


11M: 圧力制御弁開度制御信号出力部

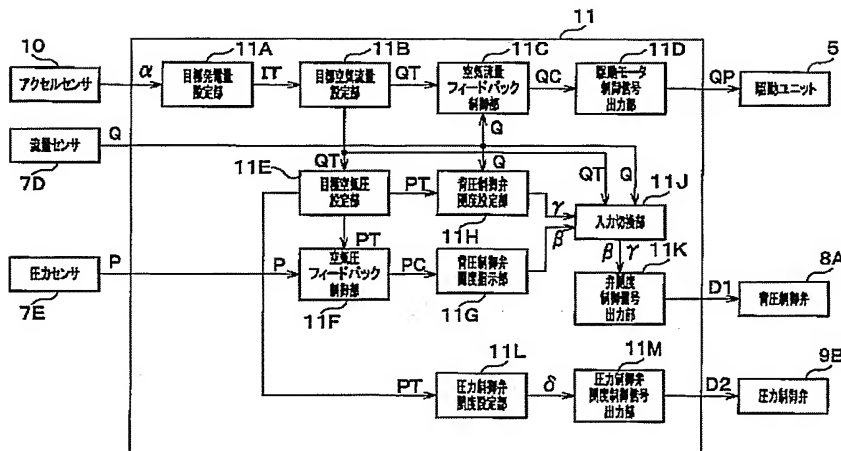
【図1】



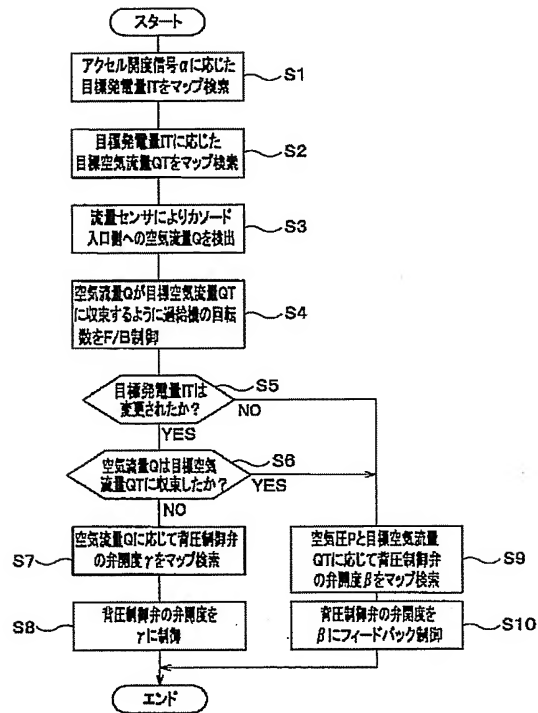
【図3】



【図2】



【図 4】



【図 5】

